



#6

(Translation)

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

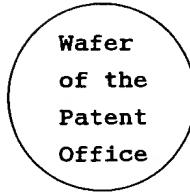
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application : December 20, 1999

Application Number : Patent Appln. No. 11-361949

Applicant(s) : SHARP KABUSHIKI KAISHA

*BEST AVAILABLE COPY*



December 8, 2000

Kozo OIKAWA  
Commissioner,  
Patent Office

Seal of  
Commissioner  
of  
the Patent  
Office

Appln. Cert. No.

Appln. Cert. Pat. 2000-3102840



日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年12月20日

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第361949号

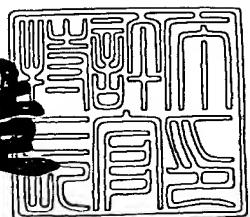
出願人  
Applicant(s):

シャープ株式会社

2000年12月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3102840

【書類名】 特許願  
【整理番号】 99J03573  
【提出日】 平成11年12月20日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G02F 1/133  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
【氏名】 伊藤 信行  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
【氏名】 田川 晶  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
【氏名】 加邊 正章  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
【氏名】 古川 智朗  
【特許出願人】  
【識別番号】 000005049  
【氏名又は名称】 シャープ株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100078282  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 山本 秀策

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001878

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9005652

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 負の誘電異方性を有する液晶層を挟んで対向配置されている一対の基板の各々に、該液晶層に電界を印加するための電極が設けられた液晶表示装置において、

少なくとも片方の基板の液晶層側表面には、画素領域の一辺に突起体または凹段差部が設けられ、両基板の液晶層側表面に垂直配向処理が施されており、

電界無印加時には液晶層内の液晶分子が該一対の基板に対して略垂直配向し、電界印加時には該液晶分子が該突起体または凹状段差部が設けられた該画素領域の辺から、それと対向する辺に向かって一様方向に傾いて水平配向に変化する液晶表示装置。

【請求項2】 負の誘電異方性を有する液晶層を挟んで対向配置されている一対の基板の各々に、該液晶層に電界を印加するための電極が設けられた液晶表示装置において、

少なくとも片方の基板の液晶層側表面には、画素領域の対向する二辺の一部に、互いに対向しないように突起体または凹状段差部が設けられ、両基板の液晶層側表面に垂直配向処理が施されており、

電界無印加時には液晶層内の液晶分子が該一対の基板に対して略垂直配向し、電界印加時には該液晶分子が該突起体または凹段差部が設けられた該画素領域の辺部分から、それと対向する辺部分に向かって一様方向に傾いて水平配向に変化する液晶表示装置。

【請求項3】 負の誘電異方性を有する液晶層を挟んで対向配置されている一対の基板の各々に、該液晶層に電界を印加するための電極が設けられた液晶表示装置において、

少なくとも一方の基板に設けられた電極の画素領域内に電極の無い窓部が設けられ、少なくとも片方の基板の液晶層側表面には、該窓部で区切られた小画素領域の一辺に突起体または凹段差部が設けられ、両基板の液晶層側表面に垂直配向処理が施されており、

電界無印加時には液晶層内の液晶分子が該一対の基板に対して略垂直配向し、電界印加時には該液晶分子が該突起体または凹状段差部が設けられた該小画素領域の辺から、それと対向する辺に向かって一様方向に傾いて水平配向に変化する液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、垂直配向させた負の誘電異方性を有する液晶を電界印加により水平配向させて光学変化を生じさせる、所謂VA (Vertical Aligned: 垂直配向) モード液晶表示装置に関する。特に、液晶配向の傾く方向を対称として配向の不連続点 (ディスクリネーション) を制御する従来の表示装置とは異なり、液晶配向の傾く方向を非対称にしてディスクリネーションを発生させることなく、高コントラストおよび高速応答を可能とした液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

液晶表示装置は、図8に示すように、ガラス等からなる一対の基板1、2をITO (Indium Tin Oxide) 等からなる電極3、4が形成された面を内側にして貼り合わせて作製される。電極3、4上には必要に応じて絶縁膜7、8および配向膜9、10が積層され、配向膜9、10には必要に応じてラビング処理等の配向処理が施される。そして、所望の径のスペーサー11を基板上に配置することにより均等な間隔を確保して両基板が貼り合わせられ、シール剤12によって固定される。最後に、シール剤12の一部に設けられた孔から液晶13を注入して注入孔を封止することにより液晶表示装置が完成する。

【0003】

この液晶表示装置において、上記配向膜9、10に施される配向処理により、液晶13は一様配向を呈する。また、各電極3、4は外部に引き出し部を有し、任意の信号波形電界を液晶13に印加できるようになっており、印加される電界に応じて液晶13が配向状態を変化させ、液晶層を通過する光を偏光、変調させる。さらに、必要に応じて光の偏光、変調を可視化させる偏光子を設けることにより

より、表示装置として機能させることができる。なお、液晶層に光を透過させるため、少なくとも一方の電極はITO等からなる透明電極とする必要がある。

## 【0004】

液晶表示装置は、その電極構造により2種類に分けられる。図9に示すように各基板1、2上にストライプ状に形成した電極3、4を交差させた単純マトリクス方式と、図10に示すように一方の基板1に互いに交差する信号配線（信号線と走査線）5とトランジスター等のスイッチング素子6を形成し、スイッチング素子6を介して電極3に電位を与えるアクティブマトリクス方式である。現在、液晶材料としては、どちらの方式も殆どがネマティック液晶を使用している。

## 【0005】

このうち、単純マトリクス方式は構造が単純で、作製が容易である。その反面、画素毎にスイッチング素子を持たないので全ての画素が液晶の静電容量で結合され、画素数の増加に伴って画素毎のスイッチングの閾値が明確でなくなり、表示画像が不鮮明になるという、所謂クロストークの問題を本質的に抱えている。また、透明導電膜であるITOやネサ膜は金属等に比較して抵抗値が100倍から1000倍程度と高いため、表示装置の大型化および大表示容量化に伴って、透明電極の電極抵抗による信号波形の歪みが重大な問題となる。このため、特開平9-127494号のように、透明電極と金属配線とを並列に設置して電極抵抗を低減する試みもなされているが、開口率が低くなることによる輝度の低下や、単純マトリクス本来の特徴である製造の容易さが失われる結果となっている。

## 【0006】

一方、アクティブマトリクス方式は、画素毎にスイッチング素子を作り込むため、単純マトリクス方式に比べて製造が容易ではない。しかし、各画素を独立して駆動することができるので、クロストークの問題が無く、単純マトリクス駆動方式に比べて格段に鮮明な画像を表示することができる。また、光の透過に寄与しない電極配線（走査線や信号線）をTiやAl等の金属で形成することができ、さらに、対向電極もパターンの必要が無いベタ形状であるために、電極抵抗による信号波形の歪みの問題が極めて少ない。よって、表示装置の大型化および大表示容量化に対しても、比較的容易に対応することができる。

## 【0007】

さらに、単純マトリクス方式の構造の単純さを活かして、クロストークの問題を強誘電性液晶により解決しようとする試みもなされている (N.Itoh等による Proceedings of The Fifth International Display Workshops (IDW'98), (1998)p.205「17" Video-Rate Full Color FLCD」)。従来のネマティック液晶を用いた単純マトリクス方式では、メモリー性を持たないため、走査線毎に高速で表示情報を順に書き込んで行き、書き込まれた表示情報を書換信号が入力されるまで電圧を印加しないで保持していた。これに対して、強誘電性液晶はメモリー性と  $\mu$  s 衍の高速応答性を有する (N.Clark等による Appl.Phys.Lett., 36(1980), p.899「Sub microsecond bistable electro-optic switching in liquid crystals」) ため、従来の単純マトリクス方式とは異なる線順次駆動方式を適用することが可能である。これにより、単純マトリクス方式でも、クロストークが発生することなく、アクティブマトリクス方式と変わらないような鮮明な画像を表示することができる。

## 【0008】

しかし、単純マトリクス方式では、強誘電性液晶を利用した場合でも、電極抵抗の問題は解決されない。電極抵抗は信号波形の歪みという問題を発生させるが、この問題は表示装置の大型化および大表示容量化に対してだけではなく、信号波形の高速化に対しても重大な問題となる。特に、高速応答性を利用する強誘電性液晶では、上述した透明電極と金属配線とを並列に設置する技術が不可欠になり、開口率が低くなることによる輝度の低下や単純マトリクス本来の特徴である製造の容易さが失われる結果となっている。また、電極抵抗の問題は、消費電力の増加やパネルの発熱と言った問題も発生させてしまう。

## 【0009】

このような観点から、一部の低機能な表示装置を除いて、高解像度で動画表示対応が可能な液晶表示装置としては、アクティブマトリクス方式の方が優れている。その中でも、スイッチング素子として3端子素子である薄膜トランジスタ (TFT) を用いた TFT 方式が、2端子素子である金属・絶縁膜・金属積層 (MIM) 構造を用いた MIM 方式等に比べて優れている。

## 【0010】

現在、TFT方式とネマティック液晶を組み合わせた表示装置により20型の液晶テレビジョンも実現され、このTFT-ネマティック液晶方式によって平面表示装置が技術的に完成し、以後は更なる大型化および大表示容量化に向けて改良を進めるだけのように思われる。

## 【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、液晶表示装置（以下、LCDと称する）が、将来の平面表示装置として現在の表示装置の主流であるCRT（Cathode Ray Tube）と競合して大型、大重量という問題を抱えるCRTと置き換わるためには、画質の点で幾つかの重大な問題が残されている。最も重要な問題は、信号波形電界に対する液晶の応答速度が遅いことである。以下に、液晶の応答速度と画質との関係について説明する。

## 【0012】

現在のTFT-ネマティックLCDでは、動画表示に表示ボケが知覚され、大きな問題となっている。その原因は、栗田による平成10年液晶学会：LCDフォーラム主催「LCDがCRTモニタに食い込むには－動画表示の観点から－」、1項「ホールド型ディスプレイの表示方式と動画表示における画質」に詳しく説明されている。

## 【0013】

CRTとLCDでは表示光の時間応答が異なっており、CRTの表示光は図11(a)に示すようにインパルス型であり、LCDの表示光は図11(b)に示すようにホールド型である。これは、液晶が自発発光ではなく、バックライトの光と透過および遮光させるシャッターとしてのみ機能していることと、現在広く利用されているTN(ツイスティドネマティック)液晶の応答速度は15msであるため、16.7msである1フィールド内一杯を使って応答していることによる。なお、以下の説明では、簡単のために応答時間と応答速度とを同一の意味として表現する。

## 【0014】

このようなホールド型表示では、眼球運動のうち、動画像を知覚する上で最も

重要な隨従運動（左右両眼がほぼ同様に動体に滑らかに追従する動き）と視覚の時間積分効果がほぼ完全であれば、観察者に知覚されるのは幾つかの画素の平均の明るさとなる。よって、異なる画素で表現されるはずの画像内容は完全に消失してしまう。隨従運動は、動き速度の増大と共にその眼球運動に占める割合が低下する。しかし、4度／秒～5度／秒以内の動きであれば、隨従運動のみで追従できるとされている。また、短時間での隨従運動の最高速度は、30度／秒とされている。一方、時間積分効果については、ある程度以下の輝度であれば、数10ms以内の短時間の光刺激はほぼ完全に積分されると考えられる。実際に表示される動画像の多くは、これらの角速度および輝度を満たすため、ホールド型表示では所謂アイトラッキングによって動画ボケが生じてしまう。

#### 【0015】

従って、LCDにおいて動画ボケを根本的に無くすためには、CRTと同じインパルス型表示にする必要がある。このためには、バックライトを現在のように常時点灯させるのではなく、シャッターを用いて見掛け上のインパルス発光にする方法や高速にフラッシングさせる方法があるが、いずれの場合も液晶の応答速度を現在よりも大幅に高速化する必要がある。

#### 【0016】

このことについて図12を用いて説明する。この図12(a)では横軸に時間、縦軸にバックライトの発光量を示し、図12(b)では横軸に時間、縦軸にLCDの透過光量を示す。tはTFTの走査線であるゲートを開くために必要な時間（ゲートON時間）であり、nは走査線（ゲートライン）の本数である。例えば、走査線数n本の表示装置では、全てのTFTをONするために $t \times n$ の時間を必要とする。図12中の曲線は液晶の時間応答特性を示し、 $\tau_r$ は液晶の立ち上がり応答速度である。最終n本目のゲートラインをONしてからn本目のゲートラインに相当する液晶が応答した後に、バックライトを点灯または発光させることによりCRTと同様なインパルス型表示を行うことができる。

#### 【0017】

この場合、液晶の応答速度は、

$$\tau = 1.6 \cdot 7 \text{ms} - t \times n - T$$

以下とする必要がある。インパルス型表示として有効なバックライトの発光期間比率（コンパクション比）は、栗田による平成10年液晶学会：LCDフォーラム主催「LCDがCRTモニタ市場に食い込むには—動画表示の観点から—」、1項「ホールド型ディスプレイの表示方式と動画表示における画質」によると、1フィールド 16.7 ms の 25% とされており、T を約 4 ms としなければならない。また、走査線数が 1025 本であるハイビジョン放送を再現しようとすると、n は約 1000 である。さらに、TFT のゲート ON 時間 t は、現在、20" の大型表示装置で実現されているアモルファスシリコン ( $\alpha$ Si) - TFT で約 10  $\mu$ s、大型化は困難であるが電位移動度の高いポリシリコン (PSi) - TFT で約 3  $\mu$ s である。

#### 【0018】

従って、動画ボケの無いフルスペックの動画像を実現するために必要な液晶の応答速度は、 $\alpha$ Si - TFT を用いた場合には 2.5 ms 以下であり、PSi - TFT を用いた場合でも 9.7 ms である。このうち、PSi - TFT はプロセス温度が 1000°C 以上と高いため、通常のガラス基板を使用することができず、石英ガラス基板を用いなければならない。このため、大型化が困難であり、フルスペックのハイビジョン放送を実現する表示装置としては実用性が乏しい。

#### 【0019】

図13は、図12とは異なるフィールドで液晶を基の状態に戻して透過光を遮光する場合を示しており、図13 (a) では横軸に時間、縦軸にバックライトの発光量を示し、図13 (b) では横軸に時間、縦軸にLCDの透過光量を示す。t は TFT の走査線であるゲートを開くために必要な時間（ゲートON時間）であり、n は走査線（ゲートライン）の本数である。図13中の曲線は液晶の時間応答特性を示し、 $\tau_d$  は液晶の立ち下がり応答速度である。この  $\tau_d$  も、図12に示した立ち上がり応答速度  $\tau_r$  と同様に、高速性が必要である。従来から良く知られているTN液晶は、上述したように立ち上がり応答が 1.5 ms 程度であり、バックライトシステムをインパルス型にしても、 $\alpha$ Si - TFT を用いて 2.5 ms 以下の応答速度で動画ボケの無いフルスペックの動画像を実現することは困難である。また、立ち下がり応答速度はこれよりもさらに遅く、数 10 ms である。

#### 【0020】

このようなことから、TN液晶の応答速度の問題を解決する研究が盛んに行われ、例えばベンドセルまたはパイセルにより高速応答化する研究（宮下等による平成10年液晶学会：LCDフォーラム主催「LCDがCRTモニタ市場に食い込むには－動画表示の観点から－」、7項「OCB液晶の高速応答特性を利用したフィールド・シーケンシャルフルカラー液晶ディスプレイ」）が良く知られている。ベンド配向セルでは、従来1.5 ms程度であるTN配向セルの応答速度が2 ms程度まで短くなることが報告されている。この高速応答化は、液晶の応答によりセル内に生じる液晶の流れ（フロー）をコントロールすることで達成されている。このフローは、TN配向のように捩れた配向状態では非常に大きく、応答速度を遅くする大きな原因となっている。従って、スイッチングの過程で捩れが生じないモードであれば、ベンドセルと同様に応答速度を速くすることができる可能性がある。

#### 【0021】

このように高速応答性に対して有効なベンドセルであるが、高品位のTV画像用として致命的な弱点がある。宮下等による平成10年液晶学会：LCDフォーラム主催「LCDがCRTモニタ市場に食い込むには－動画表示の観点から－」、7項「OCB液晶の高速応答特性を利用したフィールド・シーケンシャルフルカラー液晶ディスプレイ」にあるように、ベンドセルは実用的なコントラストを得るために光学位相差板により光学補償を行う位相差板方式である。この位相差板方式は、液晶セルと偏光板の組み合わせだけでは暗状態が得られない場合に、液晶セルの残有位相差と同等の位相差を有する位相差板によって位相差を解消して暗状態を得るものである。この方式では、原理的に完全な暗状態を得ることができ、高コントラスト表示が可能であるが、実際に200:1を超える高コントラストを達成することは極めて困難である。

#### 【0022】

この主な原因は、液晶セルと位相差板の位相差の波長依存性、所謂波長分散を整合させながら位相差板を均一製造するのが困難であることである。一般に、工業製品としての位相差板の位相差は、人の最大視感度波長である550 nmでの値として定義されるが、実際には波長分散が必ず生じる。この液晶セルと位相差板の位相差の波長分散が完全に一致すれば、全可視光の波長領域で位相差が解消され、良好な暗状態と高コントラスト表示を得ることができる。しかし、波長分

散が生じる原因が液晶材料や位相差板材料の複屈折の波長分散であるため、これらの材料系が大きく異なる限り、この問題を解決することは現実には非常に困難である。また、広い面積に渡って完全に均一な位相差を有する位相差板を製造することもそれほど容易ではなく、現状では中心地（ローラル）で±5 nm、10"程度の面積で場所（グローバル）によって±5 nmの位相差変化が避けられない。従って、位相差板方式は高品位のTV画像には向かないと言わざるを得ない。

#### 【0023】

上述したように、スイッチングの過程で捩れが生じないモードであれば、高速応答の可能性がある。そこで、位相差板が不要で、偏光板との組み合わせだけで良好な暗状態と高コントラストが得られ、しかも捩れを生じないモードとして、VAモードが挙げられる。VAモードは、誘電異方性 $\Delta \epsilon$ が負の液晶を垂直配向させ、基板間に電界を印加することにより液晶を水平配向に変化させるものである。このVAモードでは、初期状態で液晶が垂直配向しているために全く複屈折を生じず、直交偏光板のみの場合と遜色無い良好な暗状態を容易に得ることができ、高コントラスト表示を達成することができる。例えば、H.D.Liu,等によるEuro Display 99 Late news papers,(1999)p.31「A Wide Viewing Angle Back Side Exposure MVA TFT LCD with Novel Structure and Simply Process」では700:1以上という非常に高いコントラストが得られている。

#### 【0024】

このようにコントラスト面では非常に有利なVAモードであるが、最大の問題としてディスクリネーションがある。これは、C.K.Wei,等によるSID 98 DIGEST,(1998)p.1081「A Wide Viewing Angle Polymer Stabilized Homeotropic Aligned LCD」のFig.3にあるように、平行な対向基板間に液晶を垂直配向させただけでは電界を印加すると液晶が様々な方位角方向に傾いていくため、配向の不連続な部分（ディスクリネーション）がランダムに生じて均一表示が得られないという現象である。このディスクリネーションについては多くの研究が行われており、C.K.Wei,等によるSID 98 DIGEST,(1998)p.1081「A Wide Viewing Angle Polymer Stabilized Homeotropic Aligned LCD」やH.D.Liu,等によるEuro Display 99 Late news papers,(1999)p.31「A Wide Viewing Angle Back Side Exposure MVA TFT LCD

with Novel Structure and Simply Process」のように、基板に突起体を形成して液晶の傾く方向を制御し、ディスクリネーションを均一にすることにより表示も均一にする方法が確立されている。さらに、突起体だけではなく、特開平7-199190号のように、画素電極に窓部（電極が無い部分）を設けると共に、電極の周囲に配向制御用電極を別に設けてディスクリネーションを制御する方法もある。

## 【0025】

しかし、VAモードでは、応答速度についてはC.K.Wei,等によるSID 98 DIGEST,(1998)p.1081「A Wide Viewing Angle Polymer Stabilized Homeotropic Aligned LCD」やH.D.Liu,等によるEuro Display 99 Late news papers,(1999)p.31「A Wide Viewing Angle Back Side Exposure MVA TFT LCD with Novel Structure and Simply Process」にあるように、上述したペンドセルよりもかなり遅く、従来のTN液晶レベルであった。

## 【0026】

本発明は、このような従来技術の課題を解決するためになされたものであり、高コントラスト化および高速応答化を達成し、動画ボケの無い高品位の画像を再現することができる液晶表示装置を提供することを目的とする。

## 【0027】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の液晶表示装置は、負の誘電異方性を有する液晶層を挟んで対向配置されている一対の基板の各々に、該液晶層に電界を印加するための電極が設けられた液晶表示装置において、少なくとも片方の基板の液晶層側表面には、画素領域の一辺に突起体または凹段差部が設けられ、両基板の液晶層側表面に垂直配向処理が施されており、電界無印加時には液晶層内の液晶分子が該一対の基板に対して略垂直配向し、電界印加時には該液晶分子が該突起体または凹状段差部が設けられた該画素領域の辺から、それと対向する辺に向かって一様方向に傾いて水平配向に変化し、そのことにより上記目的が達成される。

## 【0028】

本発明の液晶表示装置は、負の誘電異方性を有する液晶層を挟んで対向配置さ

れている一対の基板の各々に、該液晶層に電界を印加するための電極が設けられた液晶表示装置において、少なくとも片方の基板の液晶層側表面には、画素領域の対向する二辺の一部に、互いに対向しないように突起体または凹状段差部が設けられ、両基板の液晶層側表面に垂直配向処理が施されており、電界無印加時には液晶層内の液晶分子が該一対の基板に対して略垂直配向し、電界印加時には該液晶分子が該突起体または凹段差部が設けられた該画素領域の辺部分から、それと対向する辺部分に向かって一様方向に傾いて水平配向に変化し、そのことにより上記目的が達成される。

#### 【0029】

本発明の液晶表示装置は、負の誘電異方性を有する液晶層を挟んで対向配置されている一対の基板の各々に、該液晶層に電界を印加するための電極が設けられた液晶表示装置において、少なくとも一方の基板に設けられた電極の画素領域内に電極の無い窓部が設けられ、少なくとも片方の基板の液晶層側表面には、該窓部で区切られた小画素領域の一边に突起体または凹段差部が設けられ、両基板の液晶層側表面に垂直配向処理が施されており、電界無印加時には液晶層内の液晶分子が該一対の基板に対して略垂直配向し、電界印加時には該液晶分子が該突起体または凹段差部が設けられた該小画素領域の辺から、それと対向する辺に向かって一様方向に傾いて水平配向に変化し、そのことにより上記目的が達成される。

#### 【0030】

以下、本発明の作用について説明する。

#### 【0031】

本発明にあっては、負の誘電異方性を有する液晶を垂直配向させ、電界印加により水平配向に変化させるVAモードにおいて、少なくとも片方の基板の液晶層側表面に、画素領域の一边に突起体または凹段差部を設ける。電界印加時には、その辺からそれと対向する辺に向かって液晶分子が一様方向に傾いて水平配向に変化するので、ディスクリネーションを発生させることなく、高コントラストおよび高速応答が可能となる。この突起体や凹段差部は、両方の基板に設けてよい。

## 【0032】

また、他の本発明にあっては、VAモードにおいて、少なくとも片方の基板の液晶層側表面に、画素領域の対向する二辺の一部に、互いに対向しないように突起体または凹状段差部を設ける。電界印加時には、その辺部分からそれと対向する辺部分に向かって液晶分子が一様方向に傾いて水平配向に変化するので、ディスクリネーションを発生させることなく、高コントラストおよび高速応答が可能となる。この突起体や凹段差部は、両方の基板に設けてもよい。

## 【0033】

さらに、他の本発明にあっては、VAモードにおいて、少なくとも片方の基板の液晶層側表面に、窓部で区切られた小画素領域の一辺に突起体または凹段差部を設ける。電界印加時には、その辺からそれと対向する辺に向かって液晶分子が一様方向に傾いて水平配向に変化するので、ディスクリネーションを発生させることなく、高コントラストおよび高速応答が可能となる。この突起体や凹段差部は、両方の基板に設けてもよく、窓部を一方の基板に、突起体や凹段差部を他方の基板に設けてもよい。

## 【0034】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について説明する。

## 【0035】

VAモードにおいて応答速度が遅い原因是ディスクリネーションである。K.Oh muro,等によるSID 97 DIGEST,(1997)p.845 「Development of Super High Image Quality Vertical Alignment Mode LCD」ではディスクリネーションの形状を変えた実験 (Table1) を行って、C.K.Wei,等によるSID 98 DIGEST,(1998)p.1081 「A Wide Viewing Angle Polymer Stabilized Homeotropic Aligned LCD」やH.D.L iu,等によるEuro Display 99 Late news papers,(1999)p.31 「A Wide Viewing Angle Back Side Exposure MVA TFT LCD with Novel Structure and Simply Process」のような2次元形状に制御されたディスクリネーションのセルよりも1次元形状に制御されたディスクリネーションのセルの方が応答速度が非常に速くなることを報告している。K.Ohmuro,等によるSID 97 DIGEST,(1997)p.845 「Develo

gment of Super High Image Quality Vertical Alignment Mode LCD」によれば、1次元ディスクリネーションによって立ち上がり応答8ms、立ち下がり応答5msが得られている。

## 【0036】

このようにディスクリネーションの形状によって応答速度が変化する詳しい原因は明確ではないが、図14に示すように、ディスクリネーション部分ではその両側から液晶分子が衝突するために、液晶の動きが妨げられることが考えられる。従って、ディスクリネーションが多いと応答速度が遅く、ディスクリネーションが少ない方が応答速度が速くなると考えられる。なお、図14は従来のVAモード液晶表示装置の構造を示す断面図であり、(a)は電界無印加状態を示し、(b)は電界印加状態を示す。この図14において、14は突起体、15は液晶分子であり、対向基板、対向電極および配向膜等は省略している。

## 【0037】

さらなる高速応答化のためには、ディスクリネーションの発生しないスイッチング状態を実現することが必要である。このため、特開平11-44885号には完全な垂直配向から数度プレチルトを付けて配向させる方法が報告されている、具体的には、特開平2-190825号のように基板に傾斜を設けたり、特許第2907228号のように垂直配向膜をラビング処理する方法等がある。但し、これらの方法では、垂直配向により達成される良好な暗状態が損なわれる。

## 【0038】

従って、本発明では、VAモードの持つ高コントラストおよび高速応答性を活かすために、初期状態において完全な垂直配向を保ちながら、ディスクリネーションの発生しないスイッチング状態を実現する。

## 【0039】

図1に本発明の一実施形態である液晶表示装置の断面構造を示す。この図1において、(a)は電界無印加状態を示し、(b)は電界印加状態を示す。なお、対向基板、対向電極および配向膜等は省略している。この液晶表示装置は、図14に示した従来構造に比較して非常に単純な構造であるが、突起体14を電極3の一辺にだけ形成することにより、液晶分子15の傾く方向を制御してディスク

リネーションの発生しない表示を得ることができる。電極3はマトリクス形状であるため、電極の抜け部では電界が印加されず、この部分の液晶分子15は常に垂直配向のままである。また、図14に示した従来技術のように液晶分子15が逆方向に傾いてディスクリネーション部分でお互いに動きを妨害することも無く、1次元形状のディスクリネーションの場合よりもさらに高速化が可能である。

## 【0040】

突起体14は、感光性樹脂を用いて形成することができる。

## 【0041】

または、図2に示すように、突起体14の代わりに電極3よりも表面が低い凹段差部16を電極3の一辺だけに設けてもよい。この凹段差部16は、電極をハーフカットすることによって形成することができる。

## 【0042】

この突起体14や凹段差部16の排除体積効果によって液晶分子がある方向に傾き、また、液晶の連続性によって突起体14を設けた辺から対向する辺まで傾きが一様方向に続く。

## 【0043】

これらの突起体14や凹段差部16は、対向基板側に設けたり、両基板に設けることも可能である。

## 【0044】

さらに、高品位の画像を得るために、視野角特性も重要である。図14に示した従来の2次元形状ディスクリネーションの場合には、1つの画素内で複数の方位角方向に液晶分子が動作するようにして、360°全ての視野角特性を十分に確保していた。しかし、図1に示した本発明の構造では、平面図である図3(a)および断面図である図3(b)に示すように、液晶分子が1方向の方位角方向に動作するので、視野角特性が悪くなるおそれがある。なお、図3(a)において、点線は基板面を表す。

## 【0045】

そこで、図4に示すように、1画素の1辺の一部に突起体14または凹段差部を設け、それに対向する辺の一部にも同様に、突起体14または凹段差部を設け

る。このとき、互いに逆方向に動作する液晶分子が画素中央で衝突するのを防ぐために、突起体14または凹段差部が対向しないように配置する。これにより、ディスクリネーションを発生させないで180°異なる2方向に液晶分子15を動作させることができる。よって、高速応答性を保ったまま、左右および上下のうちの一方の視野角特性を向上させることができる。

## 【0046】

この場合にも、突起体14や凹段差部16を、対向基板側に設けたり、両基板に設けることも可能である。

## 【0047】

さらに、高速応答性を保ったまま、360°方向の視野角特性を向上させることもできる。例えば、図5に示すように、画素電極3内に窓部（導電体が無い部分）17を設けて、窓部17によって1画素を4ヶ所以上の小画素領域に分割し、各小画素領域の1辺に突起体14または凹段差部を設ける。このとき、各小画素領域毎に、突起体14または凹段差部を全て異なる辺に設置する。これにより、ディスクリネーションを発生させないで90°異なる4方向に液晶分子15を動作させることができる。よって、高速応答性を保ったまま、360°方向の視野角特性を向上させることができる。なお、図5の変形として図6に示すような構造としてもよい。なお、窓部17の形状は小画素領域を4分割するものに限られず、それ以上の分割も可能であり、視角を広げるためには分割数が多い方が有利である。

## 【0048】

これらの窓部17、突起体14や凹段差部16は、対向基板側に設けたり、両基板に設けることも可能である。また、突起部や凹段差部を一方の基板に設けて窓部を他方の基板に設けることも可能である。

## 【0049】

なお、これに似た構造が特開平7-199190号に記載されているが、この構造では、図15に示すように窓部17と共に配向制御用電極19が画素電極3の周囲に設置されている。このため、視野角特性は向上するが、図15に示すように各小画素領域毎にディスクリネーション18が発生するため、応答速度が従

来と同じ程度になってしまう。

【0050】

以下に、本発明の実施形態について、さらに具体的な例を挙げて説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0051】

(実施形態1)

本実施形態1では、図1に示す液晶表示装置を作製した。ガラス基板1上に図10と同様な信号配線(走査線と信号線)5、およびスイッチング素子としてのTFT素子6を形成し、これに接して厚み1000オングストロームのITO膜からなる画素電極3を形成した。この画素電極3の大きさは $300\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$ とした。次に、感光性樹脂である日本合成ゴム社製BPR107を用いて、画素電極3の一辺に重ねるように突起体14を形成した。この突起体14の幅は $10\mu\text{m}$ 、厚さは $1\mu\text{m}$ とした。

【0052】

別のガラス基板上に厚み1000オングストロームのITO膜からなる透明電極(対向電極)を形成して、対向基板を作製した。

【0053】

両基板の電極形成側表面に日本合成ゴム社製の垂直配向膜JALS-204を成膜し、セル厚 $3\mu\text{m}$ に両基板を貼り合わせた。このセルにメルク社製のネマティック液晶MJ95955(誘電率異方性-3.3)を注入して、本実施形態の液晶表示装置を完成した。

【0054】

この液晶表示装置をクロスニコル偏光板に挟んで観察したところ、非常に良好な暗状態であった。また、 $10000\text{cd}/\text{m}^2$ のバックライトを照射したところ、クロスニコル偏光板だけの場合の透過光が $2.1\text{cd}/\text{m}^2$ であったのに対して、液晶セルを挟んだ状態での透過光は $2.3\text{cd}/\text{m}^2$ で殆ど変化が無かった。さらに、この液晶表示装置に $120\text{Hz}$ の矩形波電界を印加したところ、 $1.5\text{V}$ 近傍で明るくなり始め、電圧の増加と共に透過光が増加して $5\text{V}$ 印加時には $1900\text{cd}/\text{m}^2$ に達し、コントラスト800以上の表示が得られた。

## 【0055】

この液晶表示装置を顕微鏡で観察すると、従来のVAモードでは必ず現れていたディスクリネーションが観察されなかった。さらに、フォトダイオードとオシロスコープにより液晶の応答速度を測定したところ、立ち上がり速度が1ms、立ち下がり速度が0.8msと従来のVAモードに比較して非常に高速応答であることが確認された。

## 【0056】

なお、この液晶表示装置の視野角特性を測定したところ、正面方向から20°ずれると、どの方向でもコントラストは50以下となってしまい、さらに、正面方向から50°ずれるとコントラストは5以下となってしまい、十分な視野角特性は得られなかった。

## 【0057】

## (実施形態2)

本実施形態2では、図7に示す液晶表示装置を作製した。この液晶表示装置は、感光性樹脂である日本合成ゴム社製BPR107を用いて、画素電極3の一辺に完全に重ねないで接触するように突起体14を形成し、それ以外は実施形態1と同様にして作製した。

## 【0058】

この液晶表示装置をクロスニコル偏光板に挟んで観察したところ、非常に良好な暗状態であった。また、10000cd/m<sup>2</sup>のバックライトを照射したところ、クロスニコル偏光板だけの場合の透過光が2.1cd/m<sup>2</sup>であったのに対して、液晶セルを挟んだ状態での透過光は2.3cd/m<sup>2</sup>で殆ど変化が無かった。さらに、この液晶表示装置に120Hzの矩形波電界を印加したところ、1.5V近傍で明るくなり始め、電圧の増加と共に透過光が増加して5V印加時には1900cd/m<sup>2</sup>に達し、コントラスト800以上の表示が得られた。

## 【0059】

この液晶表示装置を顕微鏡で観察すると、従来のVAモードでは必ず現れていたディスクリネーションが観察されなかった。さらに、フォトダイオードとオシロスコープにより液晶の応答速度を測定したところ、立ち上がり速度が1ms、

立ち下がり速度が0.8m/sと従来のVAモードに比較して非常に高速応答であることが確認された。

## 【0060】

なお、この液晶表示装置の視野角特性を測定したところ、正面方向から20°ずれると、どの方向でもコントラストは50以下となってしまい、さらに、正面方向から50°ずれるとコントラストは5以下となってしまい、十分な視野角特性は得られなかった。

## 【0061】

## (実施形態3)

本実施形態3では、図2に示す液晶表示装置を作製した。この液晶表示装置は、ITO膜からなる画素電極3の一辺をレーザー照射によりハーフカットして凹段差部16を形成し、それ以外は実施形態1および実施形態2と同様にして作製した。ハーフカットの幅は10μmとした。

## 【0062】

この液晶表示装置をクロスニコル偏光板に挟んで観察したところ、非常に良好な暗状態であった。また、10000cd/m<sup>2</sup>のバックライトを照射したところ、クロスニコル偏光板だけの場合の透過光が2.1cd/m<sup>2</sup>であったのに対して、液晶セルを挟んだ状態での透過光は2.3cd/m<sup>2</sup>で殆ど変化が無かった。さらに、この液晶表示装置に120Hzの矩形波電界を印加したところ、1.5V近傍で明るくなり始め、電圧の増加と共に透過光が増加して5V印加時には1900cd/m<sup>2</sup>に達し、コントラスト800以上の表示が得られた。

## 【0063】

この液晶表示装置を顕微鏡で観察すると、従来のVAモードでは必ず現れていたディスクリネーションが観察されなかった。さらに、フォトダイオードとオシロスコープにより液晶の応答速度を測定したところ、立ち上がり速度が1m/s、立ち下がり速度が0.8m/sと従来のVAモードに比較して非常に高速応答であることが確認された。

## 【0064】

なお、この液晶表示装置の視野角特性を測定したところ、正面方向から20°

ずれると、どの方向でもコントラストは50以下となってしまい、さらに、正面方向から50°ずれるとコントラストは5以下となってしまい、十分な視野角特性は得られなかった。

## 【0065】

## (実施形態4)

本実施形態4では、図4に示す液晶表示装置を作製した。この液晶表示装置は、画素電極3の対向する2辺の一部を互いに対向しないように感光性樹脂を重ねて突起体14を形成し、または画素電極3の対向する2辺の一部を互いに対向しないようにハーフカットして凹段差部を形成し、それ以外は実施形態1～実施形態3と同様にして作製した。

## 【0066】

この液晶表示装置をクロスニコル偏光板に挟んで観察したところ、非常に良好な暗状態であった。また、 $10000\text{ cd/m}^2$ のバックライトを照射したところ、クロスニコル偏光板だけの場合の透過光が $2.1\text{ cd/m}^2$ であったのに対して、液晶セルを挟んだ状態での透過光は $2.3\text{ cd/m}^2$ で殆ど変化が無かった。さらに、この液晶表示装置に120Hzの矩形波電界を印加したところ、1.5V近傍で明るくなり始め、電圧の増加と共に透過光が増加して5V印加時には $1900\text{ cd/m}^2$ に達し、コントラスト800以上の表示が得られた。

## 【0067】

この液晶表示装置を顕微鏡で観察すると、従来のVAモードでは必ず現れていたディスクリネーションが観察されなかった。さらに、フォトダイオードとオシロスコープにより液晶の応答速度を測定したところ、立ち上がり速度が1ms、立ち下がり速度が0.8msと従来のVAモードに比較して非常に高速応答であることが確認された。

## 【0068】

なお、この液晶表示装置の視野角特性を測定したところ、正面方向から突起体14または凹段差部の短辺方向以外では20°ずれると、どの方向でもコントラストは50以下となってしまい、さらに、正面方向から50°ずれるとコントラストは5以下となってしまい、十分な視野角特性は得られなかった。しかし、正

面方向から突起体14または凹段差部の短辺方向では50° ずれてもコントラストは500以上で、さらに、正面方向から70° ずれてもコントラストは200以上であり、十分に広い視野角に渡って高コントラストが得られた。

## 【0069】

## (実施形態5)

本実施形態5では、図5に示す液晶表示装置を作製した。この液晶表示装置は、画素電極3の中央部にエッティングにより窓部17を設けて、各小画素領域の1辺に、相対的に全て異なる辺となるように感光性樹脂を重ねて突起体14を形成し、または各小画素領域の1辺を、相対的に全て異なる辺となるようにハーフカットして凹段差部を形成し、それ以外は実施形態1～実施形態4と同様にして作製した。

## 【0070】

この液晶表示装置をクロスニコル偏光板に挟んで観察したところ、非常に良好な暗状態であった。また、 $10000\text{ cd/m}^2$ のバックライトを照射したところ、クロスニコル偏光板だけの場合の透過光が $2.1\text{ cd/m}^2$ であったのに対して、液晶セルを挟んだ状態での透過光は $2.3\text{ cd/m}^2$ で殆ど変化が無かった。さらに、この液晶表示装置に120Hzの矩形波電界を印加したところ、1.5V近傍で明るくなり始め、電圧の増加と共に透過光が増加して5V印加時には $1900\text{ cd/m}^2$ に達し、コントラスト800以上の表示が得られた。

## 【0071】

この液晶表示装置を顕微鏡で観察すると、従来のVAモードでは必ず現れていたディスクリネーションが観察されなかった。さらに、フォトダイオードとオシロスコープにより液晶の応答速度を測定したところ、立ち上がり速度が1ms、立ち下がり速度が0.8msと従来のVAモードに比較して非常に高速応答であることが確認された。

## 【0072】

なお、この液晶表示装置の視野角特性を測定したところ、正面方向からどの方向についても、50° ずれてもコントラストは500以上で、さらに、正面方向から70° ずれてもコントラストは200以上であり、十分に広い視野角に渡っ

て高コントラストが得られた。

【0073】

(実施形態6)

本実施形態では、図9に示したような単純マトリクス方式の液晶表示装置に本発明を適用し、実施形態1～実施形態5と同様に、一方の基板に突起体、凹状段差部、窓部等を設けた。

【0074】

これらの液晶表示装置では、クロストークのためにコントラストは150まで減少したが、従来の単純マトリクス方式の液晶表示装置に比較すると、非常に優れた画質が得られた。液晶の応答速度および視野角特性については、実施形態1～実施形態5と同様に優れていた。

【0075】

(実施形態7)

本実施形態では、図9に示したような単純マトリクス方式の液晶表示装置に本発明を適用し、両方の基板に実施形態1～実施形態5と同様な突起体、凹状段差部、窓部等を設けた。

【0076】

これらの液晶表示装置では、実施形態6と同様に、クロストークのためにコントラストは150まで減少したが、従来の単純マトリクス方式の液晶表示装置に比較すると、非常に優れた画質が得られた。液晶の応答速度および視野角特性についても、実施形態1～実施形態6と同様に優れていた。

【0077】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、垂直配向させた負の誘電異方性を有する液晶を電界印加により水平配向させて光学変化を生じさせるVAモードにおいて、液晶配向の傾く方向を非対称にしてディスクリネーションが発生するのを防ぐことができる。よって、従来に比べて大幅に高コントラスト化および高速応答化を達成することができ、動画表示においても表示ボケの無い高品位の画像を再現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

実施形態1の液晶表示装置の構造を示す断面図であり、(a)は電界無印加状態を示し、(b)は電界印加状態を示す。

【図2】

実施形態3の液晶表示装置の構造を示す断面図であり、(a)は電界無印加状態を示し、(b)は電界印加状態を示す。

【図3】

本発明の一実施形態である液晶表示装置における電界印加時の視野角特性について説明するための図であり、(a)は平面図であり、(b)は断面図である。

【図4】

(a)は実施形態4の液晶表示装置の構造を示す平面図であり、(b)は電界印加状態を示す断面図である。

【図5】

実施形態5の液晶表示装置の構造を示す平面図である。

【図6】

本発明の一実施形態である液晶表示装置の他の構造を示す平面図である。

【図7】

実施形態2の液晶表示装置の構造を示す断面図であり、(a)は電界無印加状態を示し、(b)は電界印加状態を示す。

【図8】

液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図9】

単純マトリクス方式の液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

【図10】

アクティブマトリクス方式の液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

【図11】

(a)はC R Tのインパルス型表示光を示す図であり、(b)はL C Dのホールド型表示光を示す図である。

【図12】

液晶表示装置においてインパルス型表示を行う場合について、(a)はLCDの透過光量を示し、(b)は立ち上がり時のバックライトの発光量を示す。

【図13】

液晶表示装置においてインパルス型表示を行う場合について、(a)はLCDの透過光量を示し、(b)は立ち下がり時のバックライトの発光量を示す。

【図14】

従来のVAモード液晶表示装置の構造を示す断面図であり、(a)は電界無印加状態を示し、(b)は電界印加状態を示す。

【図15】

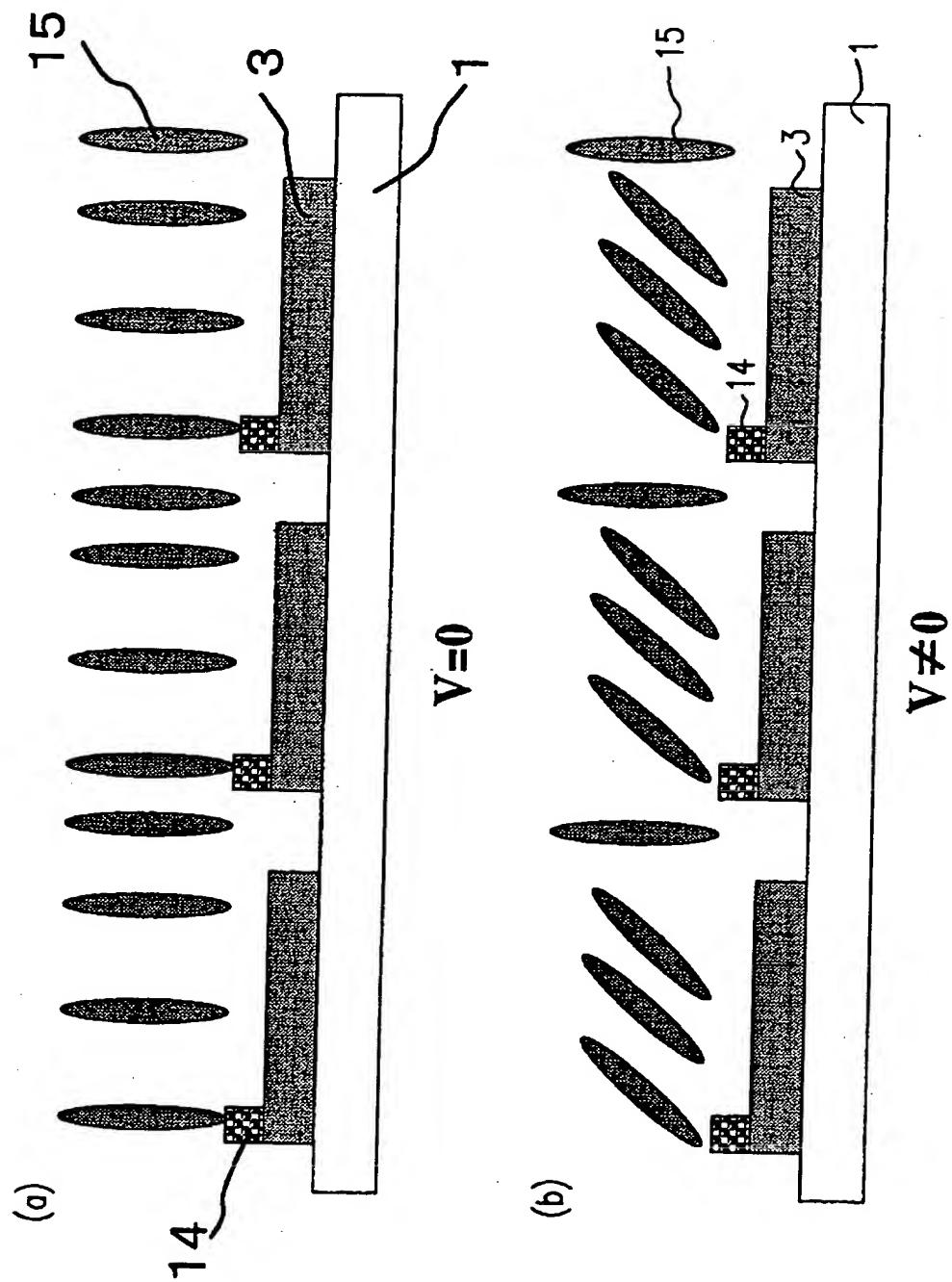
従来の液晶表示装置の構造を示す平面図である。

【符号の説明】

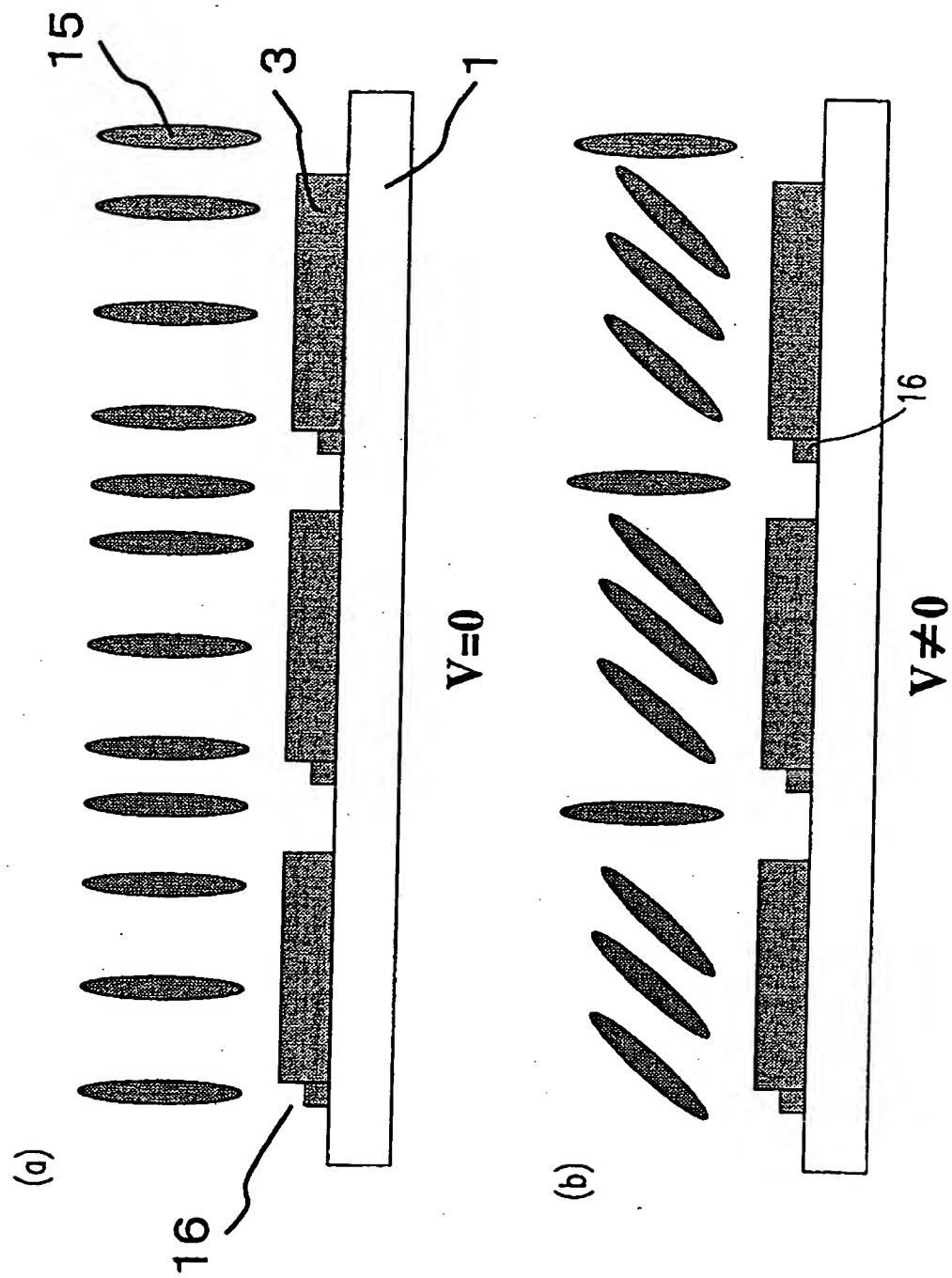
- 1、2 基板
- 3、4 電極
- 5、6 信号配線
- 7、8 絶縁膜
- 9、10 配向膜
- 11 スペーサー
- 12 シール剤
- 13 液晶
- 14 突起体
- 15 液晶分子
- 16 電極ハーフカット部(凹段差部)
- 17 窓部
- 18 ディスクリネーション
- 19 配向制御用電極

【書類名】 図面

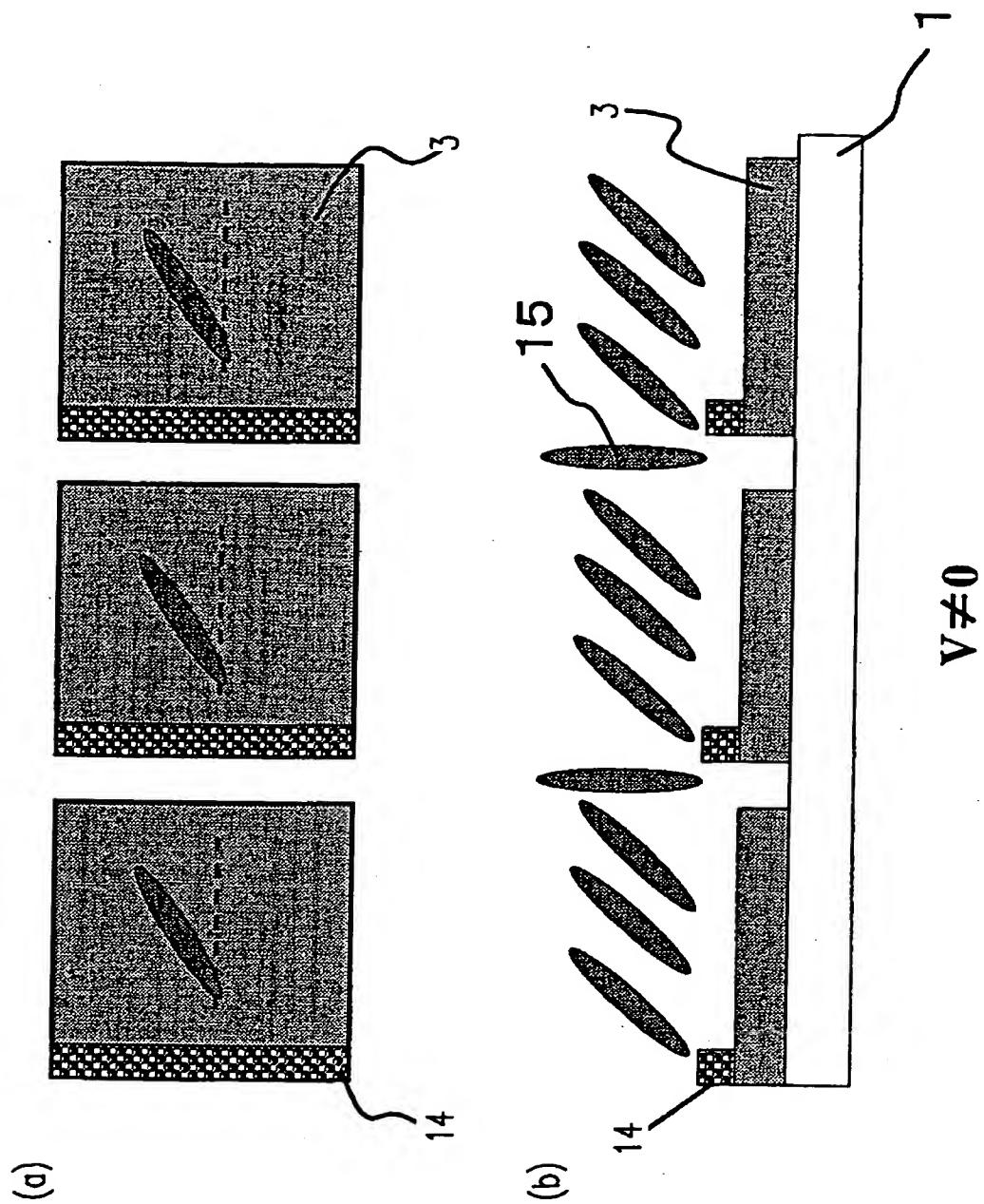
【図 1】



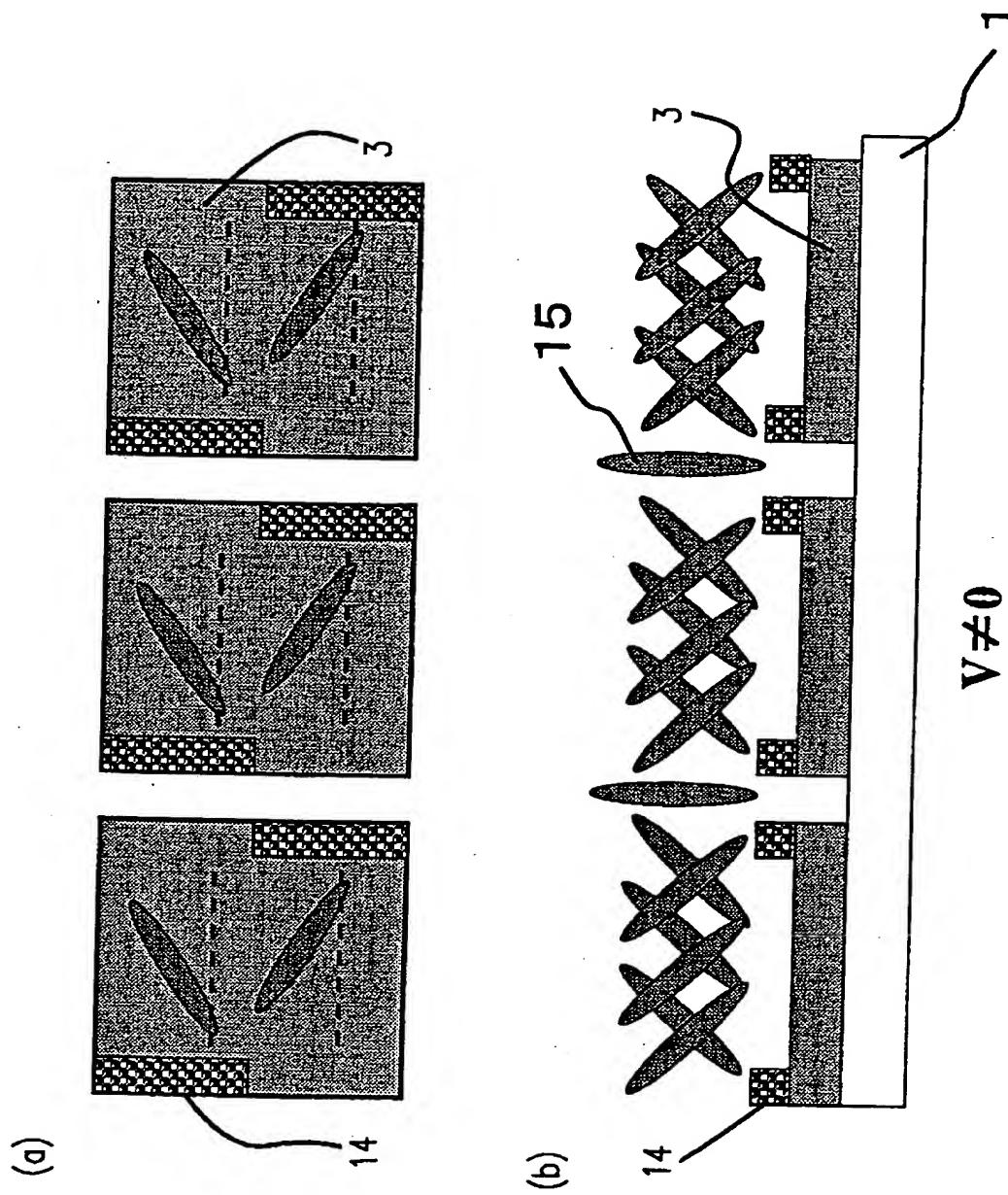
【図2】



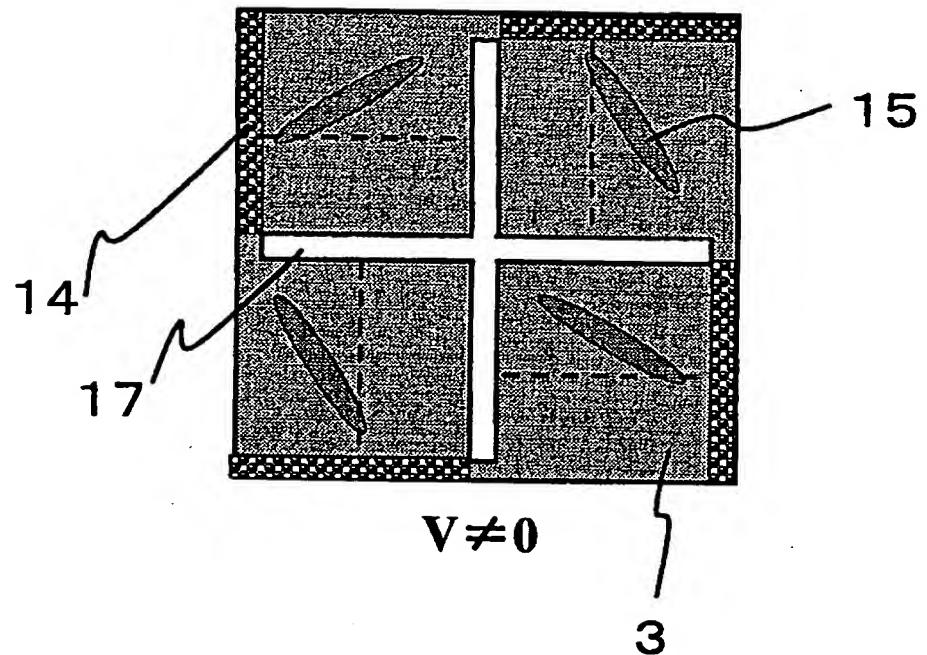
【図3】



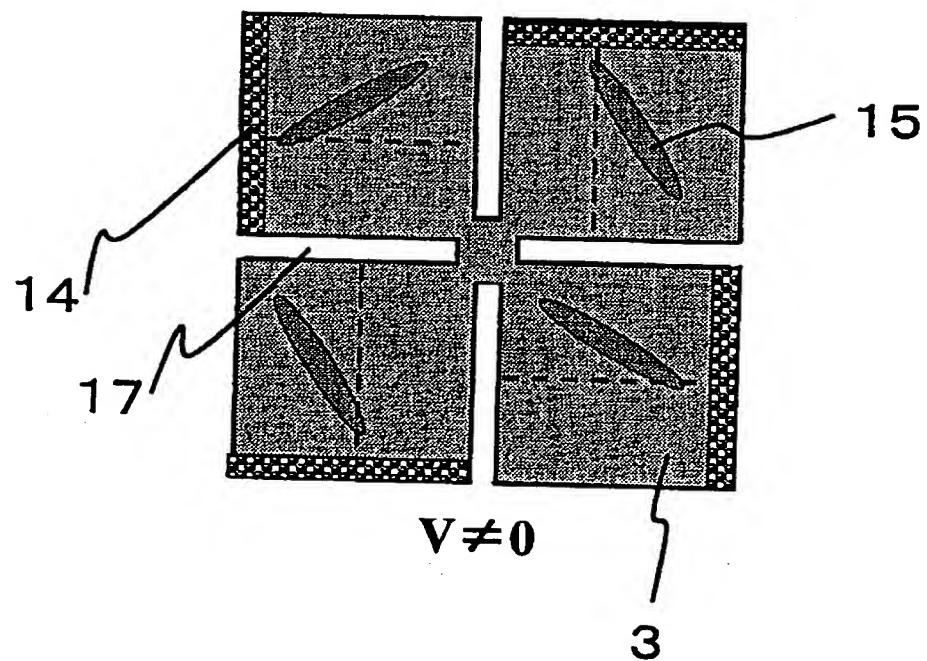
【図4】



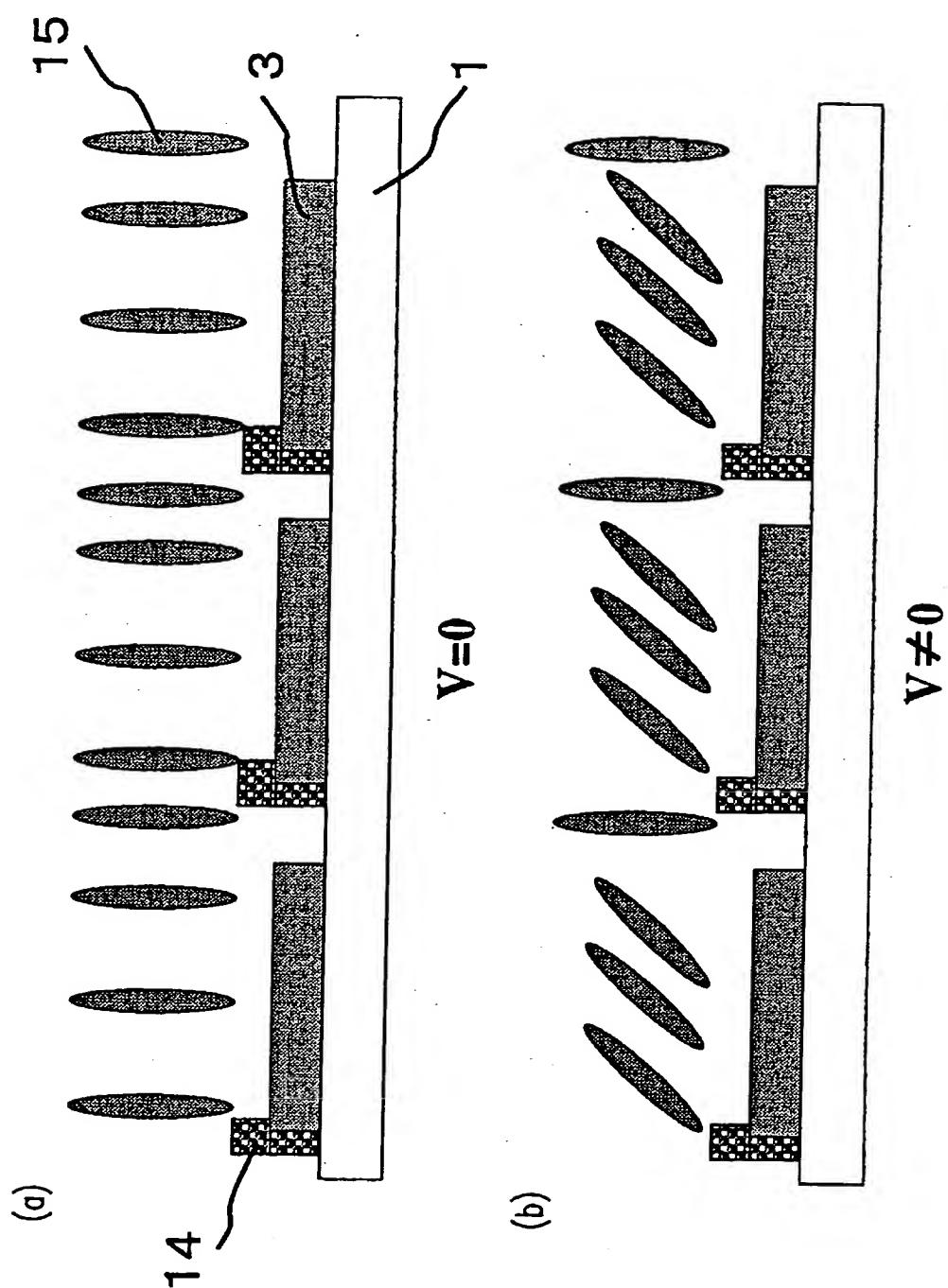
【図5】



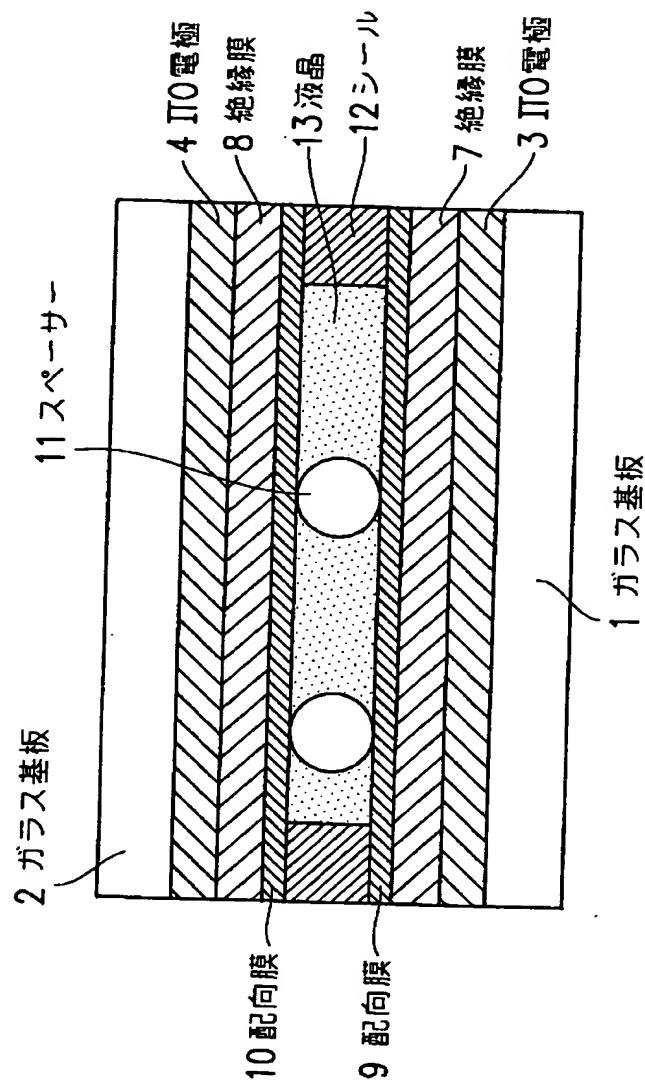
【図6】



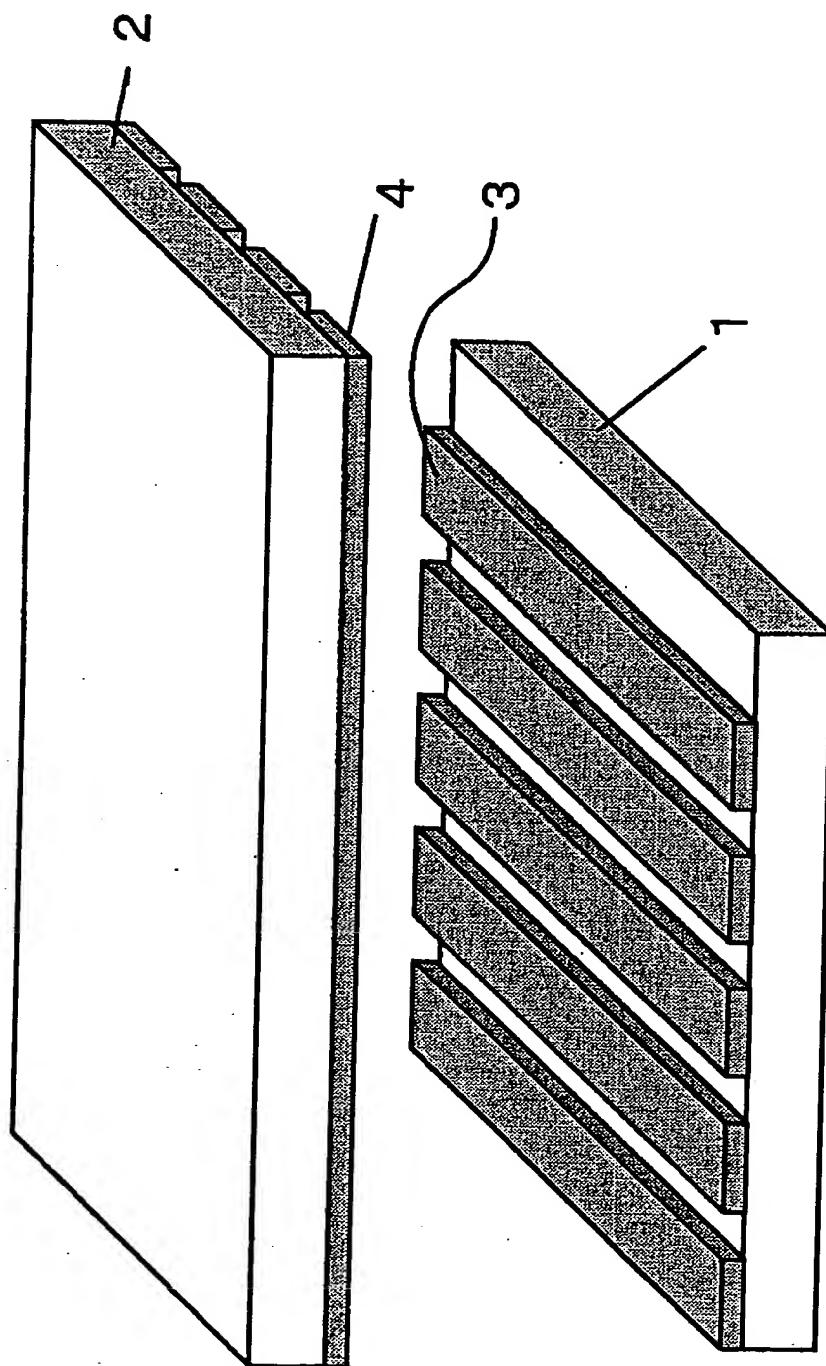
【図7】



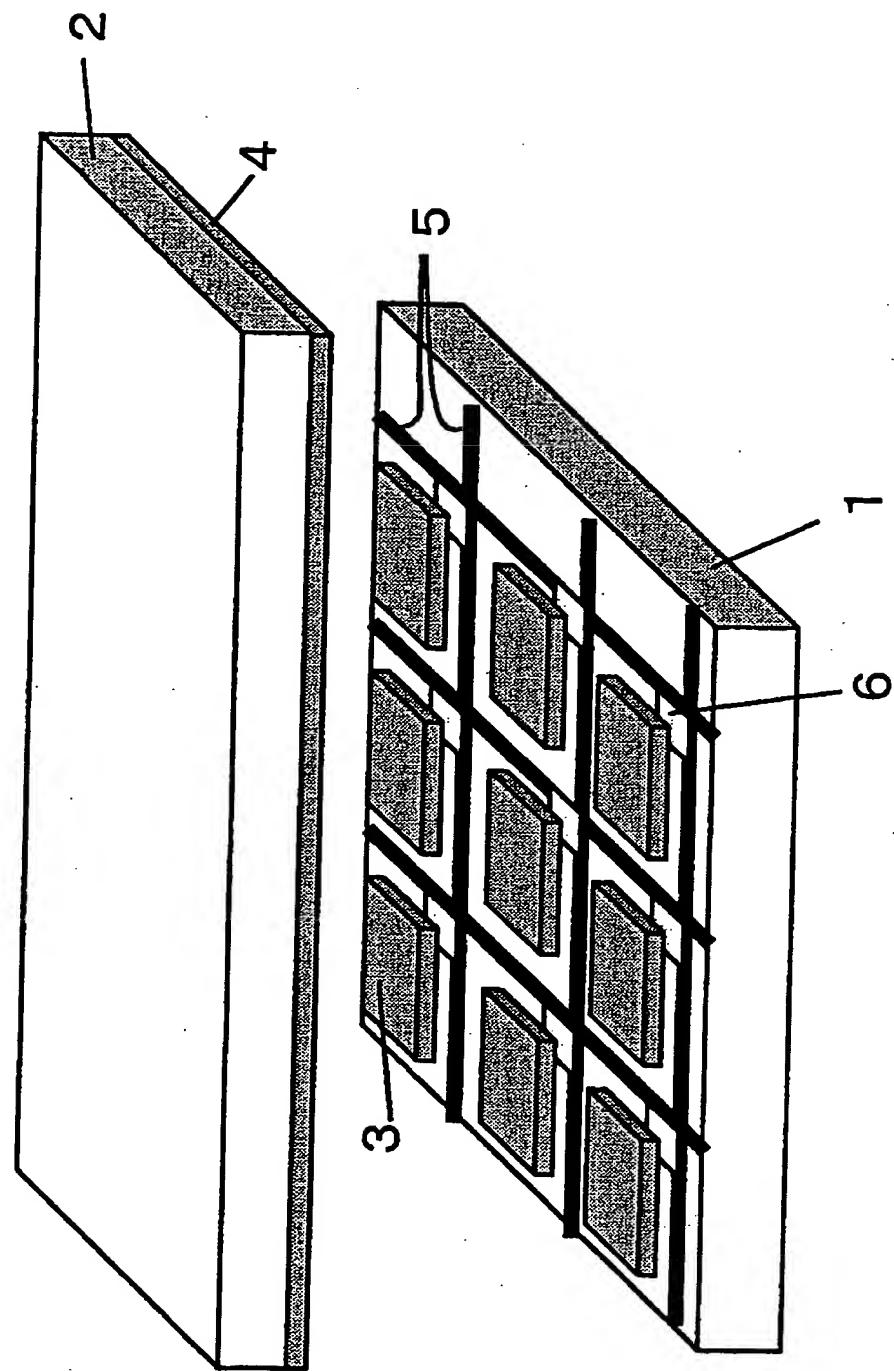
【図8】



【図9】

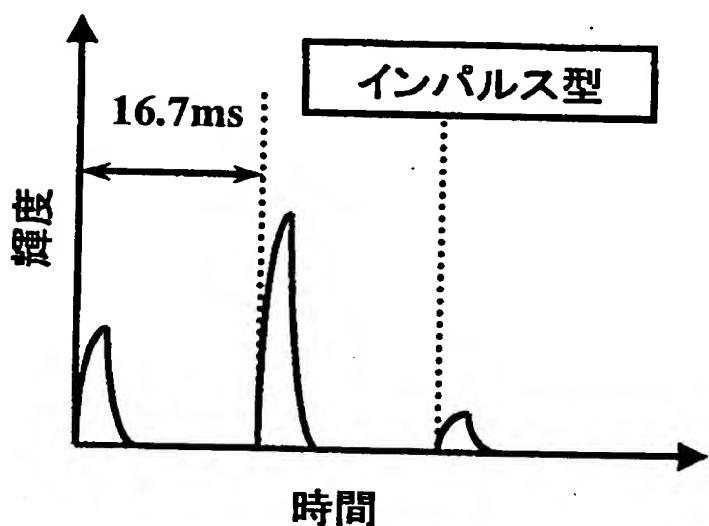


【図10】

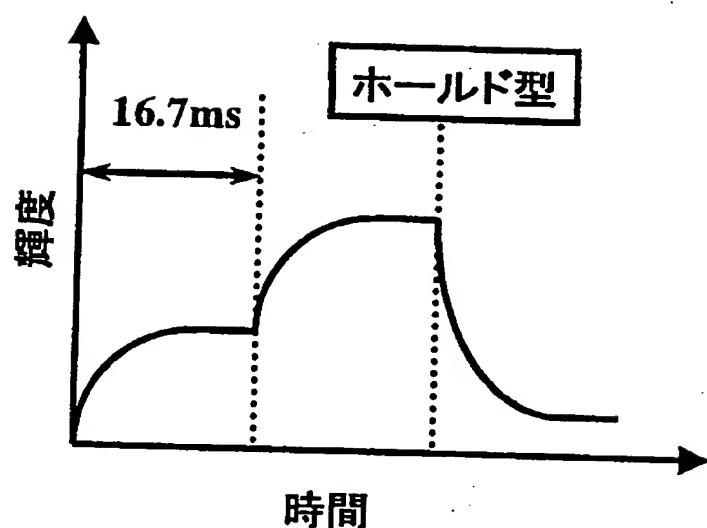


【図11】

(a)

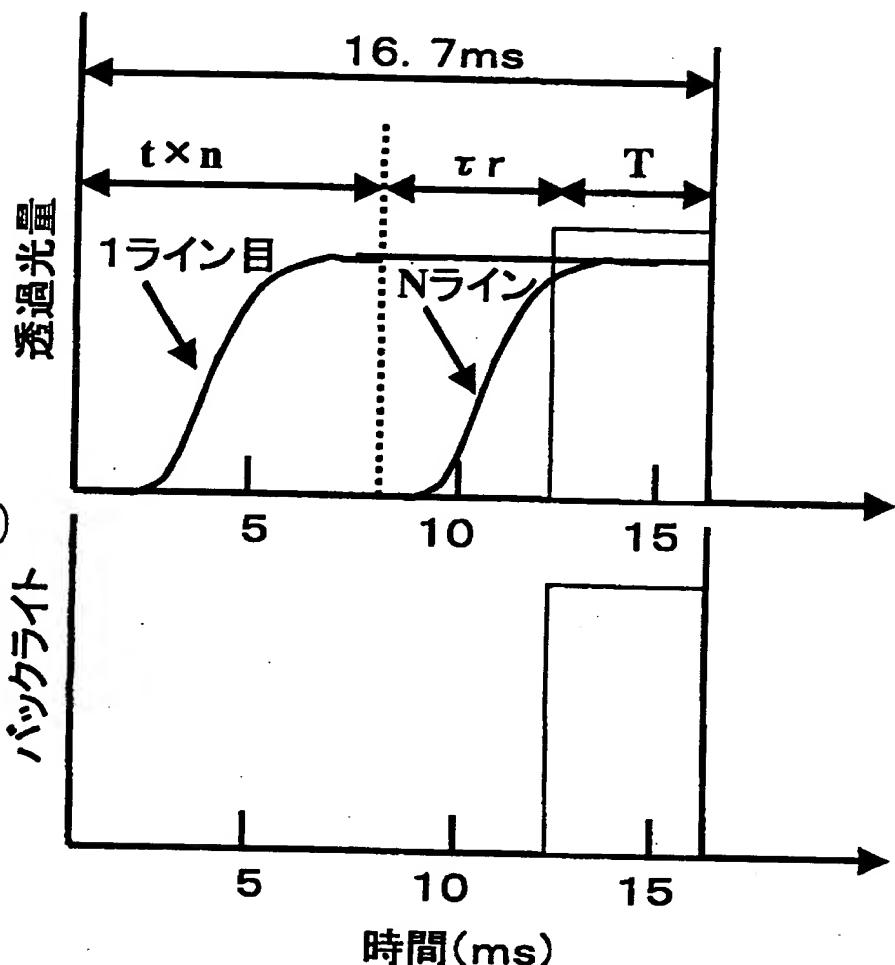


(b)



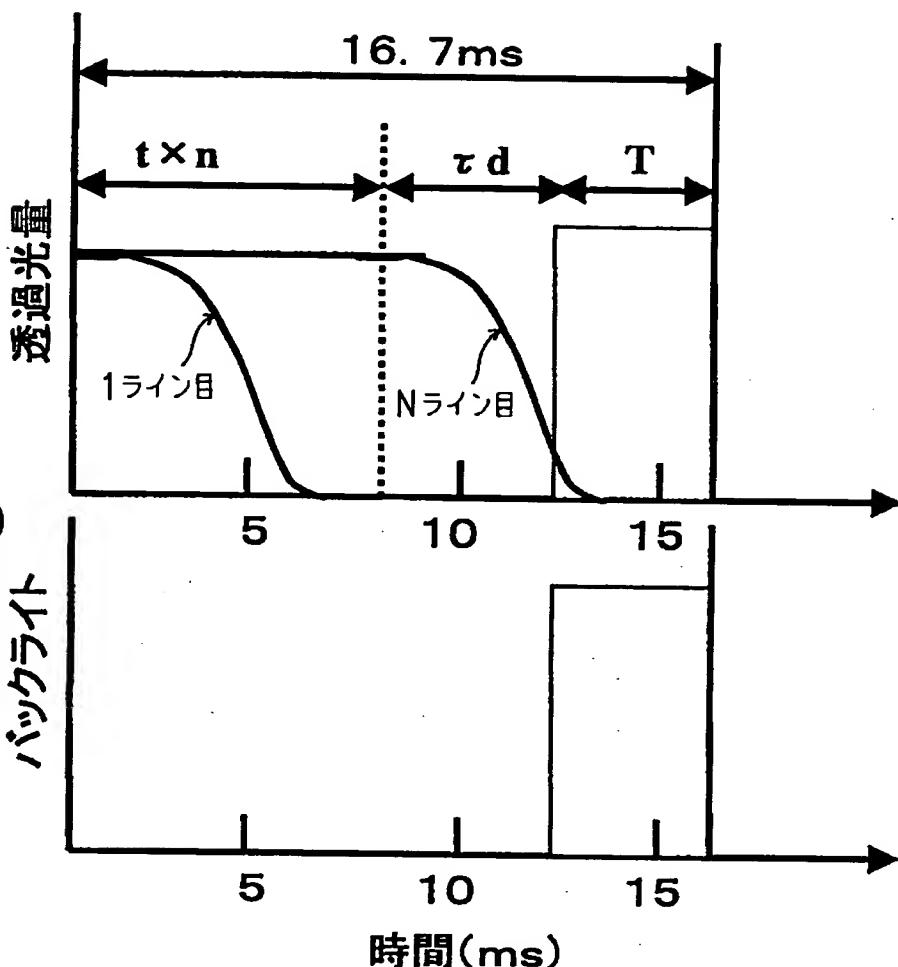
【図12】

(a)

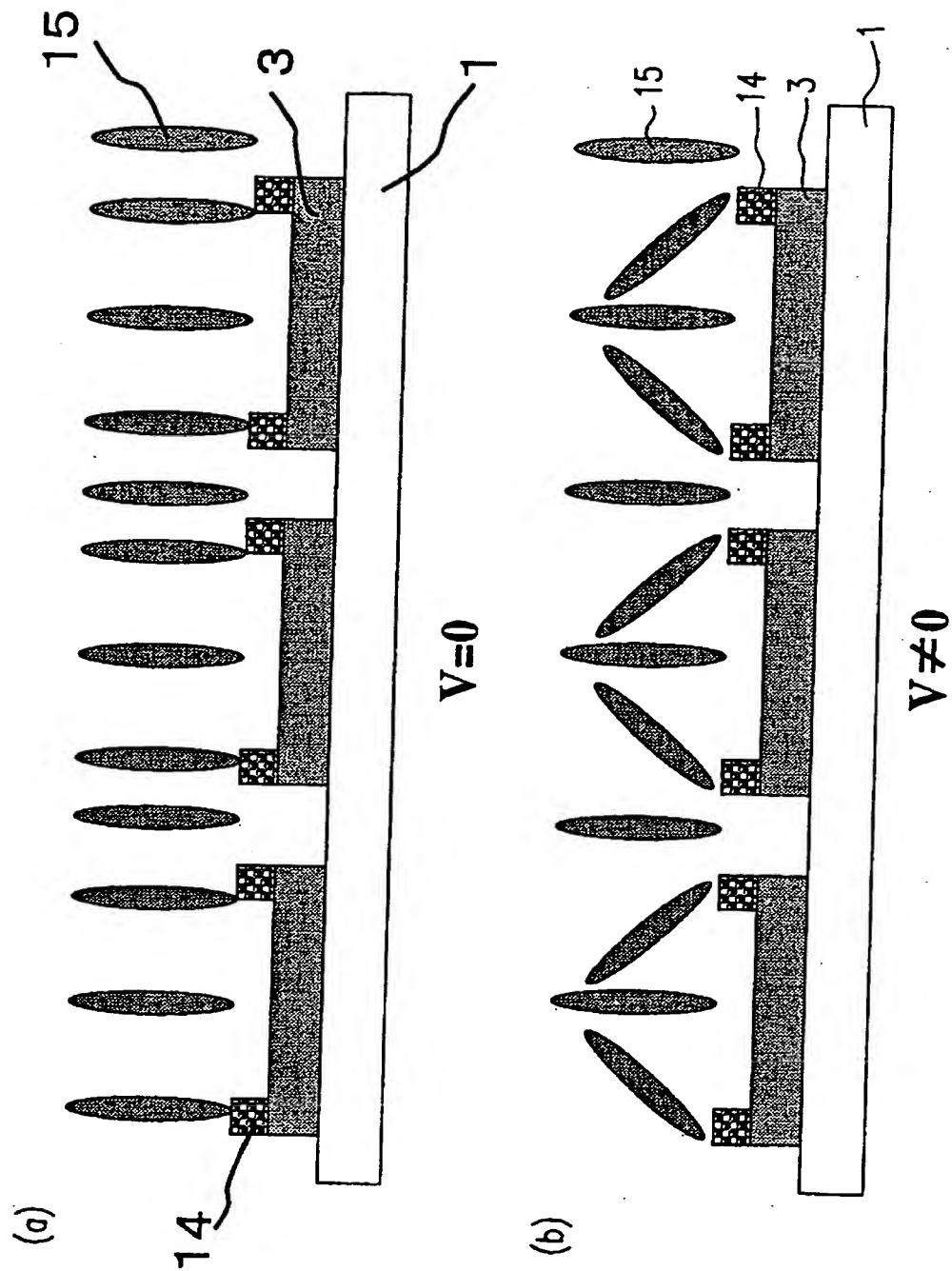


【図13】

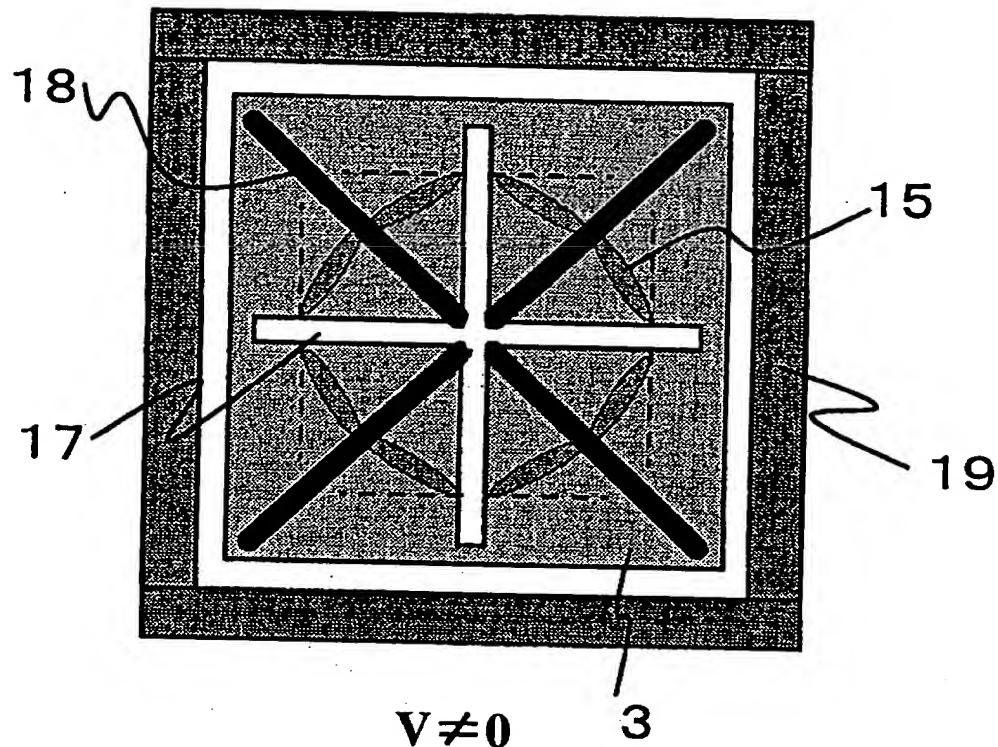
(a)



【図14】



【図15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高コントラストおよび高速応答を達成し、動画ボケの無い高品位の画像を再現することができる液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 負の誘電異方性を有する液晶を垂直配向させ、電界印加により水平配向に変化させるVAモードにおいて、少なくとも片方の基板1の液晶層側表面に、画素領域の一边に突起体14または凹段差部を設ける。電界印加時には、その辺からそれと対向する辺に向かって液晶分子15が一様方向に傾いて水平配向に変化するので、ディスクリネーションを発生させることなく、高コントラストおよび高速応答が可能となる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
氏 名 シャープ株式会社